Umm Al-Qura Univ. J. Eng.& Arch. Vol. 5, No.1, pp. 53-78 (2013) 34-04-003 © The University Press

العمارة المعاصرة والتكنولوجيا: رؤية نقدية لتأثيرات التكنولوجيا الرقمية على التوجهات المعمارية السائدة مع مطلع القرن الحادي والعشرين

Contemporary Architecture and Technology: Critical View to the Effects of Digital Technology on Architectural Trends at the Beginnings of Twenty First Century

د. خالد محمود هيبة

أستاذ العمارة المشارك

كلية الهندسة– جامعة الأزهر– مدينة نصر– القاهرة – جمهورية مصر العربية.

مدير مركز بحوث كلية العمارة والتخطيط– جامعة القصيم– المملكة العربية السعودية.

Abstract:

A great deal of technological changes took place in the last two decades, such as computer sciences and applications, which guaranteed the absolute domination of Digital technologies above all; this was the beginning of so called digital revolution. Since architecture is very much connected to the community, its individuals and activities, there was a strong connection between contemporary architecture and Digital revolution;, since the architectural innovation has become integrally connected between human creativity and artificial intelligence, which is represented in tangible and intangible, and realist and virtual.

Considering architectural innovation and creation processes as represented in architectural design stages, they are considered the base point of professional interest of architects. This means that architectural design has a special significance as they represent the direct product of architectural innovation and creation process, and that is why the architects pay attention to involve the available cutting edge technologies for the interest of architecture, through the development of architectural innovation and creation process and the use of digital technology and its applications for the interest of the innovation process. That is why it was necessary to study the technological effects of the digital revolution and its applications in fields related to architecture, and the reflection of all that is on the contemporary architectural thinking, and the new architectural innovation and creation it represents. That is the field of this study.

ملخص الدراسة:

شهد العالم خلال العقدين الأخيرين متغيرات تكنولوجية هائلة، حيث التقدم في علوم الحاسب الآلى وتطبيقاته، الأمر الذي أدى إلى سيادة (التكنولوجيات الرقمية) المتعلقة بعلوم الحاسب الآلي في كافة مجالات الحياة؛ ليشهد العالم منذ ذلك الحين وللآن ما اصطلح على تسميته بعصر (الثورة الرقمية)، ونظراً لتعلق (العمارة) بالمجتمع وأنشطته المختلفة وارتباطها به، ارتبطت العمارة المعاصرة ارتباطاً وثيقاً بتلك (الثورة الرقمية)، حيث أصبح (الإبداع المعماري) مرتبطاً بالتكامل ما بين (الإبداع البشري) و(الذكاء الإصطناعي) والمتمثل فيما بين (الملموس) و(اللاملموس)، وكذا مابين (الواقعي) و(الافتراضي).

ونظراً لما تمثله مرحلة (التصميم المعماري) من أهمية خاصة للمعماريين؛ كونها تمثل النتاج المباشر للتوجه الفكري المعماري للمصمم، حيث تمثل جوهر عملية الإبداع والخلق المعماري، لذلك يسعى المعماريون المعاصرون إلى توظيف أحدث التكنولوجيات المتاحة لخدمة العمارة وأغراضها، وذلك من خلال تطوير تصميماتهم، وتطويع تلك التكنولوجيات الرقمية الحديثة وتطبيقاتها لخدمة العملية الإبداعية تلك؛ لذلك كان من الأهمية بمكان ضرورة دراسة التأثيرات التكنولوجية للثورة الرقمية وتطبيقاتها في المجالات المتعلقة بالعمارة، وانعكاس ذلك كله على الفكر المعماري المعاصر، وبما يمثله من إبداع معماري جديد، لتظهر العديد من التوجهات المعمارية الحديثة المتعلقة بذلك، وهو ما تبحث فيه هذه الدراسة.

كلمات الفهرسة: الحداثة الجديدة- التفكيكية- التوجهات الفكرية- الثورة الرقمية- تكنولوجيا البناء.

(١) التطور التكنولوجي وتأثيراته على العمارة الحديثة والمعاصرة:

(١- ١) مقدمة ومدخل تمهيدي:

خلال منتصف القرن التاسع عشر ظهر تأثير (الثورة الصناعية) على العمارة؛ ومع التطور الذي لحق صناعة مواد البناء ومنها: (الزجاج) و(الحديد والصلب) و(الخرسانة المسلحة) وغيرها من مواد. أدى ذلك إلى إمكانية الامتداد الرأسي للمباني بصورة غير مسبوقة، وبخاصة مع ابتكار (المصعد الكهربائي) على يد المخترع الأمريكي (إليشا أوتيس) (Elisha Otis) (١٨١١- ١٨٦١م) وذلك عام (١٨٥٤م)، وهو الأمر الذي دفع في ذات الاتجاه (فرغلي، ٢٠٠٤م).

وخلال القرن العشرين كانت التأثيرات المباشرة للتكنولوجيا على (العمارة) سواء من ناحية مواد أم أساليب البناء ووسائل التنفيذ وغيرها، والتي بدت من خلال العديد من التوجهات المعمارية التي سادت طيلة ذلك القرن بدءاً من التوجه نحو عمارة (الحداثة)، وعمارة (الطراز الدولي)، مروراً بعد ذلك بعمارة (الحداثة المتأخرة)، وصولاً إلى عمارة (ما بعد الحداثة) وعمارة (توظيف التقنيات المتقدمة) والعمارة (التفكيكية) وغيرها.

(١- ٢) التكنولوجيا الرقمية وعمارة نهاية القرن العشرين وبدايات القرن الحادي والعشرين:

شهدت نهايات القرن العشرين تقدماً مطرداً في مجالات العلوم المرتبطة بالحاسب الآلي الذي يتحكم في كافة مجالات الحياة من خلال ما عرف بمصطلح (الثورة الرقمية)، والتي غيرت شكل الحياة ونمطها، وكما غيرت تلك الثورة من شكل الحياة في شتى المجالات، كان لها تأثيراتها على العمارة؛ حيث تم الاستفادة من برامج الحاسب الآلي من خلال مجالات عدة، لعل من أهمهما مساهمتها في إخراج تشكيلات معمارية جديدة؛ عرفت بمسمى (الأشكال الرقمية) (يوسف، ٢٠٠٧م)، من خلال إيجاد نماذج تخيلية ثلاثية الأبعاد لمحاكاة الواقع تظهر فيها التفاصيل الفراغية بصورة دقيقة، وغيرها من تطبيقات.

(٢) التطور التكنولوجي وتأثيراته على التوجهات المعمارية المعاصرة:

شهد العالم خلال العقدين الأخيرين ثورة غير مسبوقة في مجالات تطوير التكنولوجيا الرقمية وتطبيقاتها وتطويعها لرسم لغات ومفردات جديدة للتشكيل المعماري (عصام الدين، ٢٠٠٤ م)، حيث تنوعت وتعددت تلك اللغات وهذه المفردات المستجدة للتشكيل ما بين استخدام (الأشكال التفكيكية) أو (الأشكال الفراغية الهندسية الأساسية)، أو (الأشكال

العضوية) ، أو (الأشكال الهجين) بأنواعها، وغيرها من التوجهات المعمارية كالتوجه نحو (الحداثة الجديدة) و(العمارة التخيلية / الافتراضية) وغيرها من التوجهات، وهي التوجهات التي لم يكن من الممكن تطويرها والدفع في اتجاهها؛ لولا التقدم في مجالات التقنيات الرقمية وتطبيقاتها في مجال العمارة، ومن أهم تلك التوجهات الفكرية المعمارية الحديثة والمعاصرة:

(٢– ١) العمارة التفكيكية :

تعتبر العمارة (التفكيكية) من أهم تطورات عمارة (ما بعد الحداثة)، وهذا التوجه يشير بإيجاز إلى أن التفكير العقلاني يتكامل بالتعارض بين نقيضين، فهي على سبيل المثال تعمل بالتشكيك في جدية المعنى الظاهري والشكل والتمييز الظاهري بينهما، وفي ذلك يقول المعماري (بيتر إيزنمان) (Peter Eisenman) (رأفت، ٢٠٠٥م). يجب أن تنتقل العمارة بعيداً عن جمود هذه المتناقضات وقيمتها كالتناقض بين الإنشاء والزخارف وبين التجريد والتشخيص، ~~وما~~ وبين الشخص والأرض، وعلى العمارة أن تبدأ استكشاف الوسط بين كل هذه المتناقضات. والتفكيكية عدو العمارة التقليدية حيث تؤكد أن القيم والمعتقدات التقليدية لا أساس لها من الصحة، فهي تسعى إلى هدم مبادئ وطرق في استعمال مواد ونظم وتشكيلات متعارف عليها. وبينما لا يزال ذلك الاتجاه يثير الجدل على المستوى العالمي حيث يرفضه بعضهم كأمثال الناقد (وولف جانج بهنت) (Wolfgang Pehnt) الذي يصفها بأنها كارثة جمالية جمال العبث والقبح والاعتداء (رأفت ٢٠٠٥م). وفي ذات الوقت الذي يتبناها العديد من رواد العمارة العالمية أمثال المعماري الشهير (فيليب جونسون) (Philip Johnson) وغيره، تُعنى تلك العمارة وذلك الاتجاه الفكري المعماري المعاصر بتفكيك الكتلة المعمارية إلى مجموعة من الوحدات المتشابهة وغير المتطابقة (جريشة، ٢٠١١م)، ثم إعادة ترتيبها وتجميعها بشكل مختلف مغاير ومخالف لكل ما هو تقليدي ومعتاد. وما يميز هذا الاتجاه الفكري المعماري تحطيم الفروق ما بين الرسم والنحت وإعادة خلطهما وصهرهما في بوتقة معمارية جديدة ومعاصرة، وهي تصف الأشكال الطبيعية كالجبال وأمواج البحر أو أفرع الشجر أو أوراق الشجر أو كرات الثلج وغيرها.

وينقسم هذا التوجه المعماري بصورة عامة إلى ثلاثة أنماط رئيسية تتمثل في: عمارة (القطاعات السينمائية)–، و(الأشكال المنكسرة)، وكذا عمارة (الأشكال التصادمية والمائلة).

(٢– ١– ١) عمارة (القطاعات السينمائية): شَبَّه المعماري والمنظر الشهير (تشارلز جينكز) (Charles Jencks) عمارة (التفكيك) بأنها: صورة من صور التقطيع السينمائي الذي تسجله كاميرات السينما؛ حيث الصور فيها تكون متتابعة متشابهة وليست متطابقة ولكنها تكون في النهاية الكل أو المجموع، أو بالمفهوم السينمائي تمثل المشهد الذي يكون في النهاية الفيلم بأكمله (جريشة، ٢٠١١م).

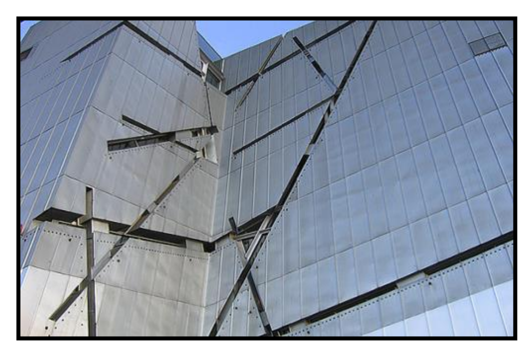
ويعتبر من أهم المباني المنفذة من خلال ذلك التوجه (ميناء يوكوهاما الدولي) (Yokohama Pier Port Terminal) باليابان عام (١٩٨٧– ٢٠٠٢م)، تصميم مجموعة (معماريين المكتب الأجنبي) (FOA) – (شكل ١).



(شكل ١): مشروع (ميناء يوكوهاما الدولي) (The Yokohama Pier Port Terminal)
تصميم: مجموعة (معماريين المكتب الأجنبي) (FOA) عام (١٩٨٧– ٢٠٠٢م)
المصدر: http://en.wikipedia.org/wiki/%C5%8Csanbashi_Pier/17-12-2012

وهو عبارة عن محطة ركاب بحرية، تم تصميمها كامتداد للبيئة المحيطة عبر مجموعة من الأسطح التصادمية التي تغطي عناصر المشروع المختلفة؛ حيث يتم تحويل الأحمال عبر هذه الأسطح إلى الأرض وهو ما يتناسب مع الطبوغرافية اليابانية المتأثرة بالزلازل. ويعبر المبنى عن ثورة حقيقية في التشكيل المعماري والتوافق مع البيئة من حيث انسيابية الشكل وانعكاس ذلك على المسقط الأفقي والفراغات الداخلية.

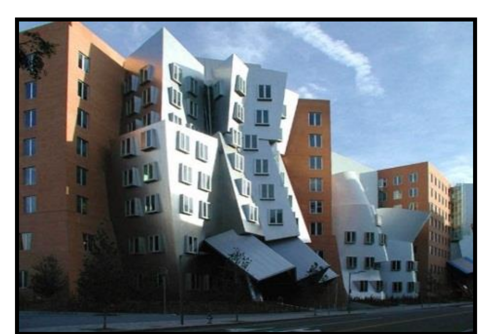
(٢– ١– ٢) عمارة (الأشكال المنكسرة): تعد أعمال المعماري الأمريكي اليهودي (دانيال ليبسكيند) Daniel Libeskind) من أبرز الأعمال المميزة لذلك التوجه الفكري المعماري المعاصر، ففي تصميمه لمبنى (المتحف اليهودي) ببرلين في (ألمانيا) عام (١٩٩٩م) تم استخدام أشكال منكسرة في تنفيذ للمبنى عبارة عن انكسارات مفاجئة لا تربطها أية محددات أو زوايا، وهي تمثل تفكيكاً لخطوط (النجمة السداسية اليهودية)– (نجمة داوود)، كما استخدم محور رئيسي للحركة يشير في بعض نقاطه المختارة إلى أماكن إقامة مشاهير اليهود في (برلين)، وهو ما يعبر عن الاستمرارية وديموية الوجود اليهودي في (ألمانيا) برغم المحرقة والنفي– (طبقاً لإدعاءات اليهود)؛ والتي عبر عنهما بمحورين آخرين يتقاطعان مع المحور الرئيسي، ويعبر الخط المتعرج عن مسار التاريخ والشعور بالاضطراب لتقاطع السائر مع كمرات مائلة طائرة داخل المبنى (Agnoletto, 2006). كما نفذت فتحات المبنى الخارجية بشكل طولي عشوائي غير منتظم؛ لتصبح بمثابة الطعنات التي تلقاها الجسد اليهودي من الأعداء– (طبقاً لادعاءاتهم)– عبر تاريخ اليهود الممتد عبر عشرات القرون!– (شكل ٢).




(شكل ٢): مبنى (المتحف اليهودي) في (برلين) بألمانيا.
للمعماري: (دانيال ليبسكيند) (Daniel Libeskind) عام (١٩٨٩– ١٩٩٩م)
المصدر: http://en.wikipedia.org/wiki/Jewish_Museum_Berlin/17-12-2012

(٢– ١– ٣) عمارة (الأشكال التصادمية والمائلة): يُعد المعماري الشهير (فرانك جيرى) (Frank Gehry) أحد رواد هذا التوجه. إذ يرى أن العمارة ديمقراطية تعبر عن تصارع الأفكار المتنوعة؛ فعبر عن ذلك باستخدم الأشكال التصادمية بمبانيه، ومن أشهر المباني التي صممها في إطار ذلك التوجه مبنى (معمل ستاتا للكمبيوتر والعلوم الذكية) (Ray and Maria Stata Center) بولاية (ماساتشوستس) الأمريكية عام (٢٠٠٤م)، والذي جاء تصميم كتله معبراً عن تصارع أفكار العلماء من التخصصات المختلفة العاملين بداخله (Isenberg, 2009). مما ينتج بالتالي توالد الأفكار ويدعم روح الابتكار والاختراع– (شكل ٣).

بالإضافة للعديد من النماذج الأخرى التى نفذها (جيري) في إطار ذلك التوجه المعماري كمبنى (قاعة والت ديزني للحفلات) (Walt Disney Concert Hall) بمدينة (لوس أنجلوس) الأمريكية عام (٢٠٠٣م)، ومشروع (المبنى الراقص) (Dancing House) بمدينة (براغ) التشيكية عام (١٩٩٢– ١٩٩٦م)، والذي يعد نموذجاً لعمارة (التفكيك) وتوجهها نحو إنتاج عمارة (الأشكال التصادمية والمائلة) (Isenberg, 2009)، وغيرها من مشروعات لمباني نفذت في إطار ذلك التوجه المعماري الحديث والمعاصر.




(شكل ٣): مبنى (معمل ستاتا للكمبيوتر والعلوم الذكية) (Ray and Maria Stata Center) بولاية (ماساتشوستس) الأمريكية.
للمعماري: (فرانك جيرى) (Frank Gehry) عام (٢٠٠٤م)
المصدر : http://en.wikipedia.org/wiki/Stata_Center/17-12-2012

(٢– ٢) عمارة (الأشكال الفراغية الهندسية الأساسية) :

ارتبط التشكيل المعماري للمباني منذ القدم بالأشكال الفراغية الهندسية الأساسية كالكرة والمخروط والأسطوانة والهرم والمكعب والمنشور وغيرها من أشكال، وهي أشكال سهلة الإدراك والاستيعاب، ترسخت في ذاكرة الإنسان عبر تاريخه الطويل، واقترنت بمفاهيم متنوعة تتراوح بين الثبات والحركة، وتكمن مهمة المعماري في التأكيد على رواسم الأشكال بالخطوط الزخرفية على جسم الكتلة أو بتقاطع الشكل المنحني مع شكل مماثل أو مستو وبدون تلك الرواسم يفقد الشكل الكثير من تأثيره على المتلقي (عصام الدين، ٢٠٠٤م). ومع (الثورة الرقمية) وتطبيقاتها من خلال ذلك التوجه في مجالات العمارة والتصميم، كانت المعالجات المبتكرة لتلك الأشكال الفراغية الهندسية الأساسية؛ بهدف تحقيق أغراض وأهداف متنوعة تتراوح بدورها ما بين تفعيل كفاءة المبنى الوظيفية أو رفع كفاءة معالجاته المناخية والبيئية، أو حتى لمجرد الأهداف التشكيلية والبصرية ذاتها، وغيرها من أغراض وأهداف.

ويعتبر من أهم المباني التي تم تنفيذها من خلال ذلك التوجه؛ مبنى (بلدية لندن) (London City Hall) عام (٢٠٠٠– ٢٠٠٢م) من تصميم المعماري (نورمان فوستر) (Norman Foster)، حيث تبدو كتلة المشروع على هيئة (كرة بيسبول) أو (بيضة مائلة ومنبعجة)؛ صممت لتعطي أقل مساحة سطحية معرضة للشمس، كما تم تغطية الواجهة البحرية الشمالية بزجاج عادي، بينما صممت الواجهة الجنوبية بحيث تغطي الأدوار العلوية فيه باقي الأدوار السفلية لتحجب عنها أشعة الشمس. وللوصول إلى ذلك التشكيل فقد تم استخدام تقنيات وبرامج الحاسب الآلي ليحقق المبنى أعلى كفاءة بيئية ممكنة؛ حيث يوفر حوالي ٦٥% من مقدار الطاقة بالمقارنة مع مباني المكاتب التقليدية الأخرى المماثلة. كذلك تم استخدام برمجيات خاصة لدراسة تأثير أشعة الشمس على الغلاف الزجاجي للمبنى وفراغاته، وكذا لعمل التحليل الإنشائي للمبنى (Foster, 2005)– (شكل ٤).



(شكل ٤): مبنى (بلدية لندن) بمدينة (لندن) بإنجلترا.

للمعماري: (نورمان فوستر) عام (٢٠٠٠– ٢٠٠٢م)

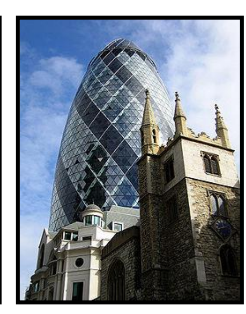
المصدر: http://en.wikipedia.org/wiki/City_Hall_(London)/17-12-2012

(٢– ٣) العمارة العضوية :

يهدف الاتجاه العضوي في العمارة (سامي، ١٩٦٨م). إلى التكامل في الجمال، وهو يعنى تكامل الأعضاء في تأدية وظائفها، وتتكيف طبيعة تشكيل المبنى مع البيئة المحيطة، وهي تقسم بصورة عامة إلى نمطين رئيسيين يتمثلان في: عمارة الأشكال العضوية النباتية (Flora Forms) وعمارة الأشكال العضوية الجسدية (Fauna Forms).

(٢– ٣– ١) عمارة الأشكال العضوية النباتية: تعتبر الأشكال العضوية النباتية من الأشكال الملهمة والمفجرة للإبداع المعماري (بدران، ٢٠٠٨م). وقد وظفها المعماري (فرانك لويد رايت) في ابتكار العمود المشرومي لمبنى (معامل

جونسون) خلال النصف الأول من القرن العشرين (بغدادي وحسن، ٢٠٠٩م)، ليعود المعماري البريطاني (نورمان فوستر) (Norman Foster) ليوظف ذات التوجه من خلال مبنى (سويس ري) (Swiss Re or 30 St. Mary Axe) في (لندن) بإنجلترا عام (١٩٩٧– ٢٠٠٤م) – (شكل ٥).

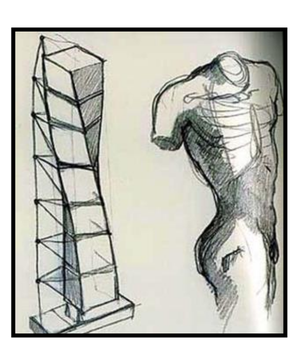

(شكل ٥): مبنى شركة (سويس ري) (Swiss Re or 30 St. Mary Axe) في (لندن) بإنجلترا.
للمعماري: (نورمان فوستر) (Norman Foster) عام (١٩٩٧– ٢٠٠٤م)
المصدر : http://en.wikipedia.org/wiki/30_St_Mary_Axe/17-12-2012

ومن خلال رؤيته العضوية لذلك المبنى، طور (فوستر) من شكل ثمرة (الأناناس) الشهيرة باستخدام برامج الحاسب الآلي من خلال توظيف شبكة خارجية على شكل خلايا معينة الشكل كبديل للأعمدة التقليدية، كما أن المبنى بتصميمه المبتكر يحقق توفيراً في استهلاك الطاقة يصل إلى حوالي ٥٠% مقارنة بالمباني المماثلة التقليدية باستخدام الأفنية الحلزونية التي تسبب فروقاً في ضغط الهواء تعمل على توليد تيار هواء داخلي، كما تتكون واجهة المبنى من طبقتين من الزجاج تحيطان بتجويف يتم تهويته بالستائر الموجهة الكترونياً (Foster, 2005).

(٢– ٣– ٢) عمارة الأشكال العضوية الجسدية : وهي عمارة تستلهم تشكيلاتها من التكوينات الجسدية سواء أكانت بشرية أم حيوانية (بدران، ٢٠٠٨م). ومن أهم المباني المنفذة في إطار ذلك التوجه المعماري (برج الجذع الملتوي) بمدينة (مالمو) بالسويد عام (٢٠٠١– ٢٠٠٦م) للمعماري الإسباني (سانتياجو كالترافا) (Santiago Calatrava)، الذي استلهم هيئة الجذع البشري في تصميمه النحتي لكتلة المبنى، فجاء تشكيل مبنى البرج على شكل تسعة عقول منفصلة؛ يخترقها قلب خرساني بما يماثل النخاع الشوكي في الجسد البشري، ويحتوي ذلك القلب على عناصر التوزيع الرأسي وعناصر الخدمات لمبنى البرج، وتبرز البلاطات الخرسانية من القلب الإنشائي ملتوية بزاوية قائمة من قاع البرج حتى قمته على ارتفاع ١٩٠ متراً (كامل ٢٠١٢م)– (شكل ٦).

كما كرر (كالترافا) التوظيف العضوي للعناصر الجسدية في مبنى (مدينة الفنون والعلوم) بمدينة (فالنسيا) بإسبانيا عام (١٩٩٦– ٢٠٠٩م)، حيث مثل المبنى بهيئة العين البشرية وحركة الجفون من حولها وذلك في تصميمه لكتلة المبنى الصاعدة من داخل الماء؛ والتي تفتح وتغلق بسقفية بارزة ترتفع وتنخفض بما يماثل حركة الجفون، حيث نفذ هيكل المبنى على هيئة العين، فجاء تصميم كتلة مبنى القبة السماوية مماثلاً لشكل حدقة العين، والسقف بمثابة الجفن الذي يفتح ويغلق محاكياً العين الحقيقية، وبانعكاس الشكل في الماء تظهر صورة العين كاملة، كما أن الجفن يضمن نظام محاور مركبة على جذوع مركزية مثبتة بوقفات. فعندما يفتح الهيكل المتحرك تكشف الكرة الداخلية وتضيئها، مما يجعلها تبدو وكأنها عائمة وبالتالي الفضاء المتاخم للقبة السماوية يكون مغطى تماماً أو جزئياً أو مكشوفاً حسب وضع السقف (Agnoletto, 2006)– (شكل ٧).

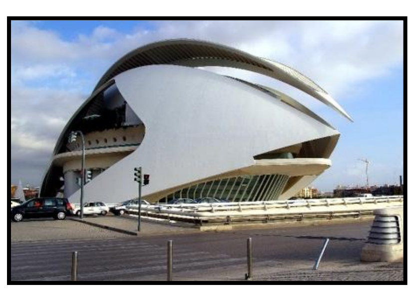




(شكل ٦): مبنى (برج الجذع الملتوي) بمدينة (مالمو) بالسويد

للمعماري: (سانتياجو كالترافا) (Santiago Calatrava) عام (٢٠٠١- ٢٠٠٦م)

المصدر : http://en.wikipedia.org/wiki/Turning_Torso/17-12-2012




(شكل ٧): مبنى (مدينة الفنون والعلوم) (Ciutat de les Arts i les Ciències) بمدينة (فالينسيا) بإسبانيا

للمعماري: (سانتياجو كالترافا) (Santiago Calatrava) عام (١٩٩٦- ٢٠٠٩م)

المصدر : http://en.wikipedia.org/wiki/Ciutat_de_les_Arts_i_les_Ci%C3%A8ncies/17-12-2012

ومن المباني التي استلهمت تشكيلاتها من التكوينات الجسدية (مركز فاينو للعلوم) (Phaeno Science Center) بمدينة (ولفسبرج) الألمانية للمعمارية (زها حديد) (Zaha Hadid) عام (٢٠٠٥م)، والتي استوحت في تصميمه التركيب الجسدي للحيوانات، حيث صمم المبنى مرفوعاً على أرجل مخروطية الشكل مختلفة الأحجام كنمط أعمدة المعماري السويسري (لوكوربوزييه) (Le Corbusier)، والتي وظفها لرفع مبنى عمارة (مارسيليا) (عبد الجواد، ٢٠١١م). والمبنى يقع فوق طريق للمشاة يتصل بالمخروط المكون لجسد المبنى، حيث تقع عناصر التوزيع الرأسي من مصاعد وسلالم تؤدي إلى صالات العرض، وهو يحتوي على فتحات خارجية صغيرة منشورية الشكل غير منتظمة التوزيع (Jodidio, 2012)- (شكل ٨).




(شكل ٨): (مركز فاينو للعلوم) (Phaeno Science Center) بمدينة (ولفسبرج) بألمانيا

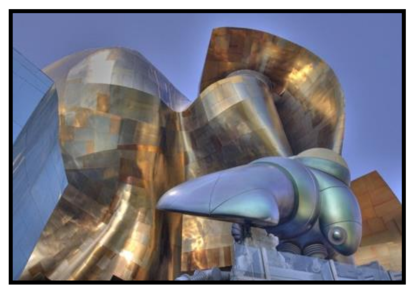
للمعمارية: (زها حديد) (Zaha Hadid) عام (٢٠٠٥م)

المصدر : http://en.wikipedia.org/wiki/Phaeno_Science_Center/17-12-2012

(٢- ٤) العمارة الهجين (Hybrid Forms):

(٢- ٤- ١) عمارة الشكل التموجي: تعد عمارة الشكل التموجي أحد اتجاهات العمارة المعاصرة التي اعتمدت في نشأتها على التقنيات الرقمية وتطبيقاتها في مجالات العمارة، ويطلق عليها (العمارة التموجية) وهي عمارة تستخدم برامج الحاسب الآلي لاستنباط أشكال رقمية تموجية، وكذا أشكال رخوية مرنة لم يكن من الممكن الحصول عليها بوسائل التصميم والرسم التقليدية (بدران، ٢٠٠٨م).

ويعتبر من أهم نماذج ذلك التوجه المعماري مبنى (عاطفة الموسيقى) (Experience Music Project, Seattle) عام (٢٠٠٠م) بمدينة (سياتل) بواشنطن الأمريكية، من تصميم المعماري (فرانك جيرى) (Frank Gehry) حيث يظهر من خلال تصميمه توظيفه للأسطح الرخوية في تشكيل كتلة المبنى الخارجي (Isenberg, 2009)- (شكل ٩).

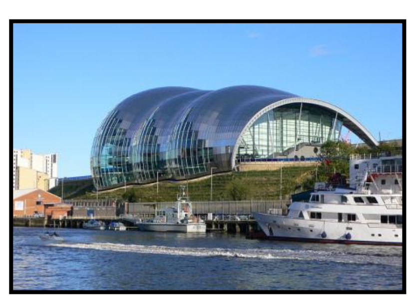



(شكل ٩): مبنى (عاطفة الموسيقى) (Experience Music Project, Seattle) بمدينة (سياتل) الأمريكية

للمعماري: (فرانك جيرى) (Frank Gehry) عام (٢٠٠٠م)

المصدر : http://en.wikipedia.org/wiki/EMP_Museum/17-12-2012

كما يعتبر من أهم نماذج المباني الحديثة المنفذة من خلال ذلك التوجه المعماري الفكري مبنى (مركز ساج جيتسهيد) (Sage Gateshead) بمدينة (جيتسهيد) بإنجلترا عام (٢٠٠٤م) للمعماري (نورمان فوستر) (Norman Foster)، وهو عبارة عن مبنى مركز لتعليم الموسيقي والفنون، وقد وضع تصميمه لتعبر كتلته الخارجية عن الشكل التموجي، كما تم تكسية الواجهة الشمالية بالزجاج، بينما غلف باقي جسم المبنى بالألواح المعدنية العاكسة بغرض تقليل الحمل الحراري داخل المبنى (Foster, 2005)- (شكل ١٠).



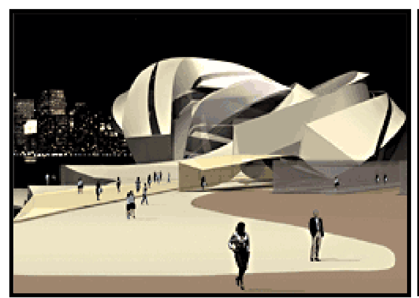

(شكل ١٠): مبنى (مركز ساج جيتسهيد) (Sage Gateshead) بمدينة (جتشيد) بإنجلترا

للمعماري: (نورمان فوستر) (Norman Foster) عام (٢٠٠٤م)

المصدر : http://en.wikipedia.org/wiki/The_Sage_Gateshead/17-12-2012

(٢- ٤- ٢) عمارة الشكل الحلزوني: وظف الشكل الحلزوني من خلال العمارة الإغريقية بابتكار النظام الأيوني للأعمدة. أما من خلال العمارة الحديثة. فقد تم إعادة توظيفه بصورة مغايرة على يد المعماري (فرانك لويد رايت) في مبنى (متحف جوجنهايم) بمدينة (نيويورك) الأمريكية، من خلال فكرته في تحقيق الفراغ الحلزوني الصاعد بتوظيف الفراغ الرئيسي لمبنى المتحف على هيئة منحدر (قبيسي، ١٩٩٢م). ويعبر الشكل الحلزوني من المنظور الهندسي والمعماري عن الانتقال المستمر حول مركز خطي مع الصعود إلى أعلى والانطلاق للخارج إلى ما لا نهاية، مما يعظم الطاقة الديناميكية الحيوية في الفراغ وبما يزيد من التوافق النفسي مع المحيط، وهو ما حاولت العمارة المعاصرة تناوله بشكل فلسفي مجرد.

ويعتبر من أهم المباني المنفذة من خلال ذلك التوجه (معهد جزيرة ستاتن للفنون والعلوم) من تصميم المعماري الأمريكي (بيتر إيزمان) (Peter Eisenman) بجزيرة (ستاتن) بنيويورك في الولايات المتحدة عام (١٩٩٧-٢٠٠١م)، حيث تم المزج من خلال التصميم بين نماذج الحركة وشكل المبنى من خلال وضع حلزونات شريطية بيضاء بين الزجاج نصف الشفاف، مما جعل حركة المرور مبعثاً للشكل الحلزوني. وقد استخدم الحاسب الآلي في ترتيب مجموعة من الألواح والقطاعات ترتفع وتنحني في مماسات لتعطي نتاجاً تصميمياً متفاعلاً مع الحركة (Hendrix, 2006)- (شكل ١١).

(شكل ١١): (معهد جزيرة ستاتن للفنون والعلوم) (Staten Island Institute for Arts and Sciences) بجزيرة (ستاتن) بنيويورك
للمعماري: (بيتر إيزمان) (Peter Eisenman) عام (١٩٩٧- ٢٠٠١م)
المصدر: http://www.eisenmanarchitects.com/17-12-2012

(٢- ٤- ٣) عمارة الشكل الكريستالي: عبر رواد مدرسة (الباوهاوس) عن فكرهم تجاه عالم (الكريستال) بأنه: عالم الرمزية وانطلاق الروح وبمثابة الجسر إلى ما وراء الطبيعة. فقد استخدم المعماري الألماني الأصل (والتر جروبيوس) (Walter Gropius) (١٨٨٣- ١٩٦٩م) (الكريستالية) أو(التبلور) للتعبير عن التوجه نحو كسر الشكل الجامد للأسطح المتعامدة، بإدخال الأسطح المائلة الديناميكية (بغدادي وحسن، ٢٠٠٩م).

ومع نهايات القرن العشرين وبدايات القرن الحادي والعشرين، اتجه المعماريون إلى توظيف تقنيات الحاسب الآلي للحصول على الشكل الكريستالى المنشوري، ويعتبر من أهم المباني المنفذة من خلال ذلك التوجه المعماري مشروع مبنى (متحف إلتقاء النهرين) بمدينة (ليون) الفرنسية عام (٢٠٠٧- ٢٠١٤م)، من تصميم مجموعة (كوب هيملبلاو) (Coop Himmelblau- I- au) النمساوية، وهو عبارة عن مبنى متحف مخصص للعلوم الطبيعية وحضارة الإنسان، حيث تم استخدام التشكيلات الزجاجية الكريستالية الزرقاء والرمادية والمضاءة من الداخل للتعبير عن ذلك التوجه ليكون بمثابة الجسر إلى ما وراء الطبيعة (Monninger, 2010)- (شكل ١٢).




(شكل ١٢): مشروع (متحف إلتقاء النهرين) (Musée Des Confluences) بمدينة (ليون) الفرنسية
تصميم: مجموعة (كوب هيملبلاو) (Coop Himmelblau- I- au) عام (٢٠٠٧- ٢٠١٤م)
المصدر: http://fr.wikipedia.org/wiki/Mus%C3%A9e_des_Confluences /17-12-2012

(٢- ٥) عمارة (الحداثة الجديدة):

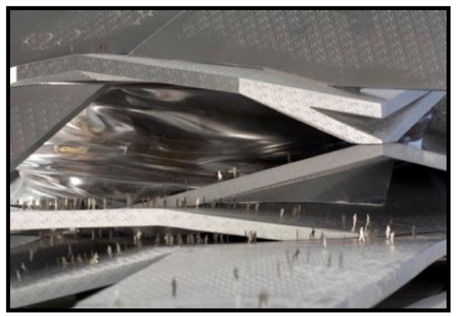
خلال العقود الثلاثة الأخيرة من القرن العشرين، ظهرت اتجاهات مختلفة للتعبير عن العمارة في المستقبل، فخلال عقدي السبعينيات والثمانينيات اهتم المعماريون بصياغة اتجاه (ما بعد الحداثة) والذي عكس صورة المستقبل من خلال إعادة إحياء تراث الماضي بصورة مغايرة باحترام الموروث المعماري والثقافي والحضاري للمجتمعات بصورة مستحدثة وأسلوب غير تقليدي، وقد يرى بعضهم (عيسى، ٢٠٠٨م) أن ذلك الاتجاه قد أوجد صورة محافظة اعتمدت على إحياء الماضي من دون أن تعبر عن التوجهات التكنولوجية المعاصرة، وبخاصة مع بروز دور ثورة المعلومات وتأثيراتها المختلفة. ولعل أبرز ما يدلل به أصحاب ذلك الرأي يتمثل في اختفاء أعمال عدد كبير ممن تبنوا هذا الاتجاه، وفي مقدمتهم رائد ذلك التوجه المعماري (مايكل جريفز) (Michael Graves)، على العكس من المعماريين الذين تبنوا التوجه نحو عمارة (الحداثة المتأخرة) قبل ذلك، حيث كان اهتمامهم منصباً على المستقبل في محاولة الوصول إلى عمارة حديثة معاصرة متطورة تحقق قدراً كبيراً من المرونة؛ ومن خلال اتجاه الاستخدام الأمثل والطموح المعبر صراحة عن التكنولوجيا، أمكن تحقيق ذلك بما تحمله هذه العمارة من ملامح مستقبلية عن العلوم والتقدم التقني وما سيتم اكتشافه في عالم الغد.

ومع بدايات عقد التسعينيات من القرن العشرين كان التوجه نحو (التفكيكية)، حيث اختلفت الرؤى للمستقبل من خلال التناقض التام مع الماضي، مع تقديم صيغ جديدة غير مألوفة باستخدام المنجزات التكنولوجية، والتي لا تحمل بداخلها السكينة النابعة من الحنين لأشكال الماضي، حيث تبحث (التفكيكية) عن أفكار جديدة لم يتم تناولها من قبل سواء في عمارة (الحداثة) أو عمارة (ما بعد الحداثة)، وقد يرى بعض الباحثين (عيسى، ٢٠٠٨م). من معارضي ذلك التوجه أن هذه الرؤية ضد الماضي وفي ذات الوقت هي كذلك ضد المستقبل، وأنها ظهرت كنتاج لحالة اليأس الثقافي في ظل الصراعات والنزاعات التي يشهدها العالم والبشرية؛ لذلك فهي مبنية على أن الحاضر هو الأرض النهائية للوجود؛ ليمهد ذلك كله لظهور توجه فكري جديد أطلق عليه مسمى عمارة (الحداثة الجديدة)، حيث تبتعد عمارة (الحداثة الجديدة) تلك عن معظم الرؤى المستقبلية الكبيرة التي دعت إليها عمارة (الحداثة)؛ ولكنها بدلاً عن ذلك فإنها تحاول معالجة المشاكل الحالية باستخدام التكنولوجيا الرقمية وتوظيفها، مع توقع أكثر تفاؤلاً نحو المستقبل.

ومن أبرز دعاة التوجه المعماري نحو (الحداثة الجديدة)، المعماري الفرنسي (جان نوفيل) (Jean Nouvel) والذي يرى أن العامل الأكثر أهمية في المرحلة القادمة لا يتمثل من خلال التاريخ الكامل للعمارة، ولكن كل شيء

يستمر في العالم في الوقت الحالي، لأنه لا يفكر في أن المباني تخص المستقبل، ولكن يؤكد أنها لابد أن تكون ذكية بقدر الإمكان وتستفيد من المنجزات التكنولوجية المتاحة، كما لابد لها أن تناشد الأحاسيس والمشاعر، ويمكن إيجاز فكر ذلك التوجه من خلال المقولة: (غداً لكل حادث حديث) (Orringer, 2011). أي أن هذه الرؤية ترتكز على أن الاهتمام بالحاضر يعني الاهتمام بالمستقبل وأن ما يحدث الآن يؤثر بقوة على العمارة في المستقبل. ومن أبرز مباني (جان نوفيل) المصممه من خلال توجه (الحداثة الجديدة)، مشروع مبنى (أوركسترا باريس) (Paris Philharmonic) في (فرنسا)، والذي شرع في تنفيذه بدءاً من عام (٢٠٠٦م) والمتوقع الانتهاء من تشييده وافتتاحه عام (٢٠١٤م)، حيث استوحى فلسفة تصميماته من ذلك الشعور الآني الخفي الذي تولده الموسيقى لدى المتلقي من تدفق للخيالات وتحليق في السماء، فجاءت خطوط المبنى متدفقة تطفو بسلاسة وانسيابية من الداخل والخارج. والمبنى لا يتكون من طوابق بالمعنى التقليدي، ولكنه يتكون من مستويات مكانية تتدفق من خلال بعضها بعضاً بحيث تدمج وتطفو، ويتحقق ذلك الشعور تكنولوجياً من خلال اتباع نظام التعليق الإنشائي الذكي لتلك المستويات المصنوعة من الصلب، وقد تم اختبار التشكيل المكون من مستويات ومنحيات وكذا أصغر التفصيلات بالوسائل التكنولوجية الحديثة لتمنح أدق مستوى صوتي داخل القاعات، ليمنح المتلقي ذلك الإحساس وهذا الشعور الجذاب المطلوب بصرياً، قبل أن يتحقق كذلك صوتياً من خلال ما يؤدى داخل القاعات في تناغم متواصل ما بين كافة العناصر (Casamonti, 2009)- (شكل ١٣).

لذا سوف تقوم الدراسة المستقبلية للعمارة على دراسة ما يحدث الآن على أرض الواقع، واختباره وتسليط الضوء عليها كفرضية للمستقبل، وبذلك يمكن تأسيس رؤية مستقبلية للعمارة تعتمد صياغة أبعادها على ملامح التكنولوجيا الحديثة التي تطورت بشكل كبير مع بداية القرن الحادي والعشرين، وهو ما يشكل بدوره المدخل لعمارة المستقبل.




(شكل ١٣): مشروع (مبنى الموسيقى) (Paris Philharmonic- Philharmonie de Paris)- تحت الإنشاء

بمدينة (باريس) بفرنسا عام (٢٠٠٦- ٢٠١٤م)

للمعماري: (جان نوفيل) (Jean Nouvel)

المصدر : http://en.wikipedia.org/wiki/Jean_Nouvel/17-12-2012

ومن استعراض تلك التوجهات المختلفة للفكر المعماري المعاصر، يتضح مدى إسهام الحاسب الآلي وتقنياته وتطبيقاته في تطوير التشكيلات المعمارية وتحويلها من مجرد أفكار مجسمة إلى واقع ملموس باستخدام برمجيات لتصميم الأشكال المعمارية غير التقليدية، حيث تم الاستفادة من برامج الحاسب الآلي في إخراج تلك (الأشكال الرقمية) بإيجاد نماذج تخيلية ثلاثية الأبعاد لمحاكاة الواقع تظهر فيها التفاصيل الفراغية بصورة دقيقة.

كما لم يقتصر دور التكنولوجيا الحديثة والمعاصرة فقط في وتطويع البرمجيات وتطويعها لرسم لغات ومفردات جديدة للتشكيل المعماري، بل امتد دور التطور التكنولوجي الذي شهدته مجالات التشييد والإنشاء وتطوير مواد البناء وغيرها من تكنولوجيات متطورة أحدثتها الثورة الرقمية في مجالات عدة حديثة كصناعة التقنيات الضوئية وصناعة اللدائن وغيرها من التطبيقات، لتقوم بدور كبير وفاعل في دفع المعماريين للإبداع. وبالتالي كان لذلك كله تأثيراته على التوجهات الفكرية للعمارة العالمية المعاصرة.

(٣) تأثير التطور التكنولوجي على التشكيل المعماري العالمي:

كان للكثير من التطورات والابتكارات في مجال التشييد والإنشاء دور كبير في دفع المعماريين للإبداع، وبالتالي تحقيق أفكارهم وأحلامهم المعمارية الإبداعية، حيث أصبحت التكنولوجيا المستخدمة في الإنشاء في كثير من المباني المحرك الرئيسي للفكر المعماري وبخاصة خلال القرن العشرين. فقد أدت متطلبات الإنشاء وما يحتاجه من ابتكار مواد جديدة، وما ينتج عنها من شكل إنشائي إلى بزوغ الفكرة المعمارية من منطلق الإنشاء في المبنى (حسن، ٢٠٠٥م).

ويعتبر من أهم نماذج المباني المنفذة من خلال ذلك التوجه المعماري، مبنى (الجناح الألماني بمعرض مونتريال الدولي) (Pavilion at the Expo 67, Montreal) عام (١٩٦٧م) من تصميم المهندس الإنشائي الألماني (فراي أوتو) (Frei Otto)، حيث يعد المنشأ الخفيف الذي استخدمه (أوتو) على هيئة (الخيمة) في تغطية الفراغ الكبير لذلك المعرض من الأفكار التي ظهرت كصيغة مبتكرة (حسن ٢٠٠٥). ففكرة (الخيمة) فكرة قديمة، لكن الصياغة المعمارية وتوافقها مع مسقط المبنى والفراغ الداخلي بجانب التطوير الإنشائي لها جعل شكلها المعماري من الأشكال المبتكرة. كما يعتبر من أهم الأمثلة التي توضح مدى تأثير التطور التكنولوجي على التشكيل المعماري خلال النصف الثاني من القرن العشرين، مبنى (دار أوبرا سيدني) (Sydney Opera House) عام (١٩٥٧– ١٩٧٣م) من تصميم المعماري الدانماركي (جون أوتزن) (Jørn Utzon)، فمن خلال مبنى (أوبرا سيدني) ساعدت التكنولوجيا الحديثة في تنفيذ سقفه القشري الخرساني، والمصنوع من الخرسانة القشرية على شكل أشرعة متداخلة، والتي تشكل التكوين المعماري للمبنى، وليصبح بذلك بمثابة العلامة المميزة لمدينة (سيدني) ليصبح المبنى بعد ذلك بمثابة أيقونة للمعماريين، حيث قام المعماري الإسباني (سنتياجو كالاترافا) (Santiago Calatrava) باستخدام ذات التشييد الخرساني القشري عند وضعه لتصميم مبنى (دار أوبرا تينيريفي) (Tenerife Opera House) عام (٢٠٠٣م) بجزر الكناري الأسبانية (Agnoletto, 2006).

ومع ظهور تقنيات (الثورة الرقمية) التي شملت انعكاساتها وتأثيراتها في مجال العمارة تطوير التكنولوجيا الرقمية وتطويعها لرسم لغات ومفردات جديدة للتشكيل المعماري، لم تقف قدرات التكنولوجيا الرقمية الحديثة على مجرد تحقيق الإبداع التصميمي للشكل المعماري؛ وإنما امتد تأثيرها ليشمل طرق التنفيذ ومواد البناء؛ حيث تفاعلت التكنولوجيا الرقمية لإنتاج مواد حديثة ذكية (Smart Materials) تم ابتكارها كنتاج لتداخل المواد التقليدية مع الأنظمة الإلكترونية الدقيقة (بدران، ٢٠٠٨م). وتعرف هذه (المواد الذكية) على أنها مواد ذات خصائص تكنولوجية متطورة لها القدرة على التغير والتحول بما يلائم الظروف المحيطة، كما أن لها القدرة على الإحساس بالطاقة وتخزينها وإطلاقها حسب الحاجة، إضافة لكونها خفيفة الوزن وقوية الاحتمال ويمكن التحكم فيها عن بعد، كما أنها سهلة الفك والتركيب، وقد تم توظيف مواد جديدة بصورة متطورة في الشكل المعماري لما تتمتع به من إمكانات واسعة في مجال التشكيل الفني الحر ومن هذه

المواد: التيتانيوم والزجاج والألومنيوم والمواد البلاستيكية، وكذا التقنيات الضوئية مثل (شاشات الكريستال السائل) (LCD) وغيرها، وقد كان لهذه المواد دور كبير في تغير لغة التشكيل المعماري، ومن تلك المواد:

(٣- ١) مادة (التيتانيوم) والتوجه المعماري نحو (العمارة النحتية):

عرفت العمارة النحتية منذ فجر التاريخ. فمن خلال العديد من الحضارات التاريخية كان الإنسان ينحت مسكنه ويشكله بطرق عدة، وخلال العصر الحديث وظف العديد من المعماريين قدراتهم التشكيلية في توظيف التقنيات المتاحة لإنتاج (العمارة النحتية). ومن أبرز هؤلاء المعماريين (أنطونيو جاودي) (Antoni Gaudí) الذي برع من خلال أعماله المتميزة في توظيف مواد البناء الحديثة المتاحة حينذاك لخدمة توجهه المعماري نحو إنتاج (العمارة النحتية) (بغدادي وحسن، ٢٠٠٩م). كما في عمارة (كازاميلا) (Casa Mila) ببرشلونة (١٩٠٥- ١٩١٠م)، وكنيسة (سكرردا- العائلة المقدسة) (Sagrada Familia) ببرشلونة أيضاً، وغيرها، وخلال النصف الثاني من القرن العشرين كان توظيف الخرسانة القشرية لإنتاج (العمارة النحتية) (شيرزاد، ١٩٨٧م)، كما في مبنى شركة (TWA) بمطار (جون كينيدي) بنيويورك عام (١٩٦٢م) للمعماري (إيرو سارنين) (Eero Saarinen)، ومبنى (أوبرا سيدني) وغيرها.

ومع ظهور التقنيات الرقمية كان توظيف مادة (التيتانيوم) لتقوم بالدور الفاعل في إنتاج (العمارة النحتية)، و(التيتانيوم) فلز خفيف الوزن، قوي، ذو لمعان ومقاوم للصدأ، ولونه معدني أبيض فضي، ويستخدم (التيتانيوم) في تصنيع السبائك القوية خفيفة الوزن (وخصوصاً مع الحديد والألمنيوم)، وتعود أول البدايات لاكتشاف معدن التيتانيوم إلى عام (١٧٩١م) ولم يستخدم خارج المختبر حتى (١٩٣٢م) حين تم تجهيزه للاستخدام التجاري، حيث يعمل فلز (التيتانيوم) كعنصر سبك مهم حيث تستخدم الصناعات الحربية كميات هائلة من سبائك (التيتانيوم) في صناعة الطائرات والمحركات النفاثة لأنها قوية وخفيفة.

أما في مجال العمارة، فيرجع الفضل في استخدام (التيتانيوم) كمادة بناء للمعماري (فرانك جيري) (Frank Gehry) الذي وظف ألواح (التيتانيوم) في تكسية الكثير من أعماله، ومن أهم المباني التي استخدم فيها (جيري) مادة (التيتانيوم) (متحف جوجنهايم بلباو) (Guggenheim Museum, Bilbao) في (بلباو) بإسبانيا عام (١٩٩٧م) حيث استعار (جيري) شكل السفينة عند تصميمه لمبنى المتحف في تلك المدينة الساحلية، واستخدم ألواح (التيتانيوم) والتي تبدو كقشور السمك، مما ساهم في إضفاء التعبير العضوي على المبنى (Isenberg, 2009). كما تم الاستعانة بتقنية الحاسب الآلي باستخدام أحد أهم البرامج المتوفرة حينذاك وهو برنامج (كاتيا) (Catia) لمحاكاة الهيكل الإنشائي وشكل المبنى، والذي كان يستحيل تصميمه بطرق الرسم أو التصميم التقليدية. ويمثل المتحف بشكله الفريد نموذجاً مهماً من أعمال (جيري) التي تعد من أهم النماذج للعمارة النحتية، والذي وظف فيها (التيتانيوم) كمادة بناء (بدران، ٢٠٠٨م)- (شكل ١٤).



(شكل ١٤): مبنى (متحف جوجنهايم بلباو) (Guggenheim Museum, Bilbao)
بمدينة (بلباو) بأسبانيا عام (١٩٩٧م)
للمعماري: (فرانك جاري) (Frank Gehry)
المصدر : http://en.wikipedia.org/wiki/Frank_Gehry/17-12-2012

(٣- ٢) الزجاج والتوجه المعماري الفكري نحو (عمارة الشفافية الجديدة):

استمرت سيادة الزجاج كمادة بناء حديثة منذ استخدمها لأول مرة بشكل معاصر في منتصف القرن التاسع عشر في تشييد مبنى (القصر البللوري) في لندن عام (١٨٥١م)، ليشهد النصف الأول من القرن العشرين الاعتماد على الزجاج من خلال العديد من التوجهات المعمارية الفكرية كتوجه (الطراز الدولي)؛ والذي اعتمد مفاهيم (الشفافية) و(البساطة) في تصميم الواجهات الخارجية وتنفيذها كمنهاج فكري استطاع تحقيقه عبر استخدام مسطحات الزجاج في تكسية تلك الواجهات، ليشهد النصف الثاني من القرن العشرين تطوير هائل في صناعة (الزجاج) وتطبيقاته، فظهرت أنواع جديدة من الزجاج، كما تم تطوير العديد من الأنواع المتاحة منه كالزجاج المسلح والطوب الزجاجي والألياف الزجاجية وغيرها، ومع التقدم التكنولوجي خلال تلك الفترة عُرف الزجاج ذو الحساسية الخاصة للإضاءة والحرارة، والذي يتكيف مع كمية الإضاءة والحرارة بداخل المبنى (عصام الدين، ٢٠٠٤م).

وبذلك أصبح للزجاج دور كبير في التشكيل المعماري في عصر التكنولوجيا الرقمية كمادة شفافة أو عاكسة تتواصل مع ما حولها من طبيعة ومباني، كما أنه يضفي على الشكل المعماري الحياد إذا ما استخدم كمساحة مستوية، أما إذا استخدم كألواح منفصلة ومتحركة، فيعطي شكلاً مبهراً متغيراً.

ويعتبر من أهم نماذج المباني الذي تظهر مدى تأثير التكنولوجيا الرقمية على إعادة إبراز دور (الزجاج) كمادة بناء مهمة خلال تلك الفترة مبنى (برج أجبار) (Torre Agbar) بمدينة (برشلونة) الإسبانية عام (١٩٩٩- ٢٠٠٤م) من تصميم المعماري الفرنسي (جان نوفيل) (Jean Nouvel) والذي يعتبر ثالث أعلى مبنى في مدينة (برشلونة) الإسبانية (Casamonti, 2009)- (شكل ١٥).

ويعتبر ذلك المبنى من المباني المتغيرة والمتعددة في الألوان نتيجة وجود تكسية خارجية بكامل مسطح الواجهات الخارجية من الزجاج المعالج الخاص تقوم بالتبديل اللوني، حيث تم وضع أجهزة استشعار ذكية للحرارة على محيط البرج وهي التي تنظم عملية فتح شرائح الستائر الزجاجية أو غلقها بما يؤدي إلى تقليل الطاقة المستهلكة بواسطة أجهزة تكييف الهواء، كما يكتسب المبنى من خلال تلك التغطية الشفافية والوضوح طيلة النهار.



(شكل ١٥): مبنى (برج أجبار) (Torre Agbar)
بمدينة (برشلونة) بأسبانيا عام (١٩٩٩- ٢٠٠٤م)
للمعماري: (جان نوفيل) (Jean Nouvel)
المصدر : http://en.wikipedia.org/wiki/Torre_Agbar/17-12-2012

ويعتبر من أهم نماذج المباني التي اعتمدت توظيف (الزجاج) كمادة بناء رئيسية لتحقيق مفهوم الشفافية، وكذلك مبنى شركة (سويس ري) (Swiss Re or 30 St. Mary Axe) في (لندن) للمعماري (نورمان فوستر) (Norman Foster) (Foster, 2005). كما يعتبر من أهم المباني التي استخدم فيها (الزجاج) حيث وظف بطريقة مغايرة مبنى (مركز برادا التجاري) (Prada Store, Tokyo) في (طوكيو) باليابان عام (١٩٩٩- ٢٠٠٣م)، من تصميم المعماريين السويسريين (هيرزوج ودي ميرون) (Herzog & de Meron)، حيث تم استخدام (الزجاج) في واجهات المبنى على شكل وحدات من (الزجاج الكريستال)، والتي يصفها المصممان بكونها وحدات بصرية تفاعلية، حيث تصنع الانحناءات في حواف وحدات الزجاج بعض الحركة؛ مما يخلق نوعاً من التفاعل ما بين المستخدم للمبنى والبيئة المحيطة (كامل، ٢٠١٢م).

(٣- ٣) التقنيات الضوئية والتوجه المعماري الفكري نحو إنتاج (العمارة التخيلية والافتراضية):

صاحب العصر الرقمي زيادة الاعتماد على التكنولوجية الرقمية الحديثة، حيث ظهرت تلك التكنولوجيا من خلال المباني (بدران، ٢٠٠٨م). ومن نماذج ذلك استخدام الشاشات في المبانى كجزء من تكوينات الحوائط، فتحولت تلك الحوائط إلى ناقلات للمعلومات لتدخل في العديد من التصميمات الحديثة والمستقبلية. ويختلف تأثير الواجهات الإلكترونية تبعاً لنوعية التقنية المستخدمة. فهناك عدة أنواع من هذه التقنيات المتقدمة، منها: تقنية (LED) وتقنية (Pix) الضوئية وتقنية (شاشات الكريستال السائل) (LCD) وغيرها من التقنيات الضوئية الحديثة. ومن تلك التقنيات:

(٣- ٣- ١) تقنية (LED): وهي اختصار لمسمى (الصمام الثنائي الباعث للضوء)، وتتميز تلك التكنولوجيا الحديثة بكونها تعتمد على تكسية الواجهة بمجموعة من الأقراص الزجاجية، ومن خلال برنامج للحاسب الآلي يتم التحكم في إضاءة كل قرص بتقنية (LED Lighting)، حيث يتم تحويل واجهات المبنى إلى واجهات تفاعلية نشطة تستخدم

كشاشة عرض، حيث يمثل كل قرص منها الوحدة البنائية للواجهة. وفي النهار تستخدم الأقراص كمرآة عاكسة للإضاءة (كامل، ٢٠١٢م).

ويعتبر من أهم نماذج المباني المعاصرة التي نفذت بها هذه التكنولوجيا المعاصرة واجهة مبنى (المركز التجاري الكوري) في مدينة (سيول) بكوريا الجنوبية عام (٢٠٠٣- ٢٠٠٤م)، من تصميم المجموعة المعمارية (يو إن ستوديو) (UN Studio) (Jaeger, 2009)- (شكل ١٦).




(شكل ١٦): استخدم تقنية (LED) في الواجهات الخارجية.

(المركز التجاري الكوري) (Korean Shopping mall building)

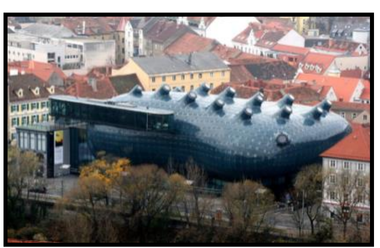
بمدينة (سيول) بكوريا الجنوبية عام (٢٠٠٣- ٢٠٠٤م)

تصميم: مجموعة (يو إن ستوديو) (UN Studio)

المصدر : http://www.e-architect.co.uk/korea/galleria_department_store_seoul.htm/17-12-2012

(٣- ٣- ٢) تقنية (PIX) الضوئية: وهي عبارة عن وحدات إضاءة فلورسنتية دائرية الشكل تدمج بالواجهات، ومن خلال برامج خاصة بالحاسب الآلي يتم تحويل الواجهة كشاشة عرض كمبيوترية ضخمة (كامل، ٢٠١٢م).

ويعتبر من أهم المباني التي نفذت بها تكنولوجيا (PIX) الضوئية؛ مبنى (متحف الفن المعاصر- كونستهاوس) (Grazer Kunsthaus, or Graz Art Museum) بمدينة (جراتس) بالنمسا عام (٢٠٠٠- ٢٠٠٣م) لفريق المعماريين البريطانيين (بيتر كوك) (Peter Cook) و(كولن فورنييه) (Colin Fournier)، حيث تم استخدام التكنولوجيا الحديثة ومنها تقنية (PIX) الضوئية في الواجهات الخارجية وجسم المبنى ليعبر المبنى عن رؤية المصممين الخاصة بضرورة (قبول الآخر) أو التآلف مع كل ما هو غريب وغير تقليدي (Bogner, 2004). وهو ما يمثل فلسفة (كوك) بدمج عناصر التكنولوجيا بما تمثله من معاصرة مع المباني التقليدية المحيطة والمغطاه بالقرميد الأحمر التقليدي- (شكل ١٧).

(شكل ١٧): استخدم تقنية (PIX) الضوئية في مبنى (متحف مدينة جراتس للفن المعاصر- كونستهاوس)

(Grazer Kunsthaus, or Graz Art Museum)

بمدينة (جراتس) بالنمسا عام (٢٠٠٠- ٢٠٠٣م)

تصميم: فريق من المعماريين (بيتر كوك) (Peter Cook) و(كولن فورنييه) (Colin Fournier)

المصدر : http://en.wikipedia.org/wiki/Kunsthaus_Graz/17-12-2012

(٣- ٣- ٣) شاشات الكريستال السائلة (LCD): وهي شاشات مسطحة صغيرة السمك تتكون من ستة طبقات متتالية مكونة من عدد من الجزيئات الملونة أو أحادية اللون تعمل من خلال كميات ضئيلة من الطاقة الإلكترونية، وتستخدم للعرض باستخدام الحاسب الآلي، وقد تستخدم شاشات خاصة بتكنولوجيا (TFT- LCD)، والتي يمكن رؤيتها في ضوء الشمس المباشر، حيث تستخدم شدة إضاءة تعادل أربعة أضعاف شدة الإضاءة العادية (كامل، ٢٠١٢م)

وقد تم استخدام تقنية (شاشات الكريستال السائلة) (LCD) في تصميم العديد من المباني الحديثة والمعاصرة، ومنها مشروع مبنى (المنزل الرقمي) بالولايات المتحدة عام (١٩٩٧- ١٩٩٨م) من تصميم المعماريتين الإيرانيتين (هاريري وهاريري) (Hariri & Hariri) حيث تم توزيع عناصر ذلك المنزل الرقمي حول محور رقمي هيكله من الحديد المغلف بالزجاج المصنوع من مادة (الكريستال السائل)، حيث تحتوى جميع حوائط الغرف السكنية على (شاشات كريستال سائلة) (LCD) لتحل محل شاشات أجهزة الحاسب الآلي الشخصية المعتادة، حيث من الممكن لمستخدمي ذلك المنزل على سبيل المثال في غرف النوم مشاهدة أحلامهم التي يرجونها على الشاشات الحائطية قبل النوم، أو متابعة برنامج طهي افتراضي داخل شاشة المطبخ، أو تناول الطعام مع أحد الزوار الافتراضيين في غرفة الطعام، وغيرها من تطبيقات تقنية تشمل كافة فراغات المنزل (Hariri, 2006) ليمثل ذلك المنزل الرقمي نموذجاً متفرداً للعمارة التخيلية أو العمارة الافتراضية بمعناها الشامل- (شكل ١٨).




(شكل ١٨): استخدم تقنية شاشات الكريستال السائلة (LCD) بمبنى (المنزل الرقمي) (Digital House)
بالولايات المتحدة عام (١٩٩٧- ١٩٩٨م) للمعماريتين: (هاريري وهاريري) (Hariri & Hariri)
حيث تم استخدام محور رقمي من تلك الشاشات لتتوزع عليه عناصر المسكن المختلفة.
المصدر : http://www.haririandhariri.com/17-12-2012

وبذلك نجد أن العمارة قد تأثرت كثيراً من جراء ذلك التطور التكنولوجي الهائل الذي شهده العالم خلال عصر ثورة المعلومات والثورة الرقمية، وقد شمل هذا التطور كل جوانب العمارة، حيث بدأ المعماريون استخدام كل ما هو جديد ومتاح من طرق للتعبير المعماري ونظم للإنشاء ومواد للبناء، لتصبح التكنولوجيا في حالة دائبة من التحديث الدائم لخدمة العمارة والفكر والإبداع المعماري، حيث تسارعت وتيرة التطوير في مجالات صناعة البرمجيات المتخصصة وكذا في صناعة مواد البناء ووسائل التنفيذ ونظم الإنشاء المستخدمة، والتي أصبحت تلبي الكثير من متطلبات العمارة المعاصرة.

(٤) التأثيرات التكنولوجية على مستقبل العمارة والتوجهات الفكرية المعمارية خلال القرن الحادي والعشرين:

أحدثت تكنولوجيا الاتصالات ثورة في عالم البنيات المؤسسية وأماكن العمل في المكاتب أو المبانى الإدارية، وصولاً إلى إجراء الجراحات الطبية ومعاملات البنوك وعمليات البيع والشراء والخدمات الحكومية والمكتبات والمتاحف وغيرها، كل ذلك أصبح يتم الآن من خلال تقنيات وتطبيقات الحاسب الآلي.

ومع تعاظم الاستفادة من إمكانات أنظمة وشبكات المعلومات بصورة أكثر تطوراً في القرن الحادي والعشرين، فإن المتوقع أن يحدث تغيير جذري في أنظمة الحياة والعمل داخل المدينة، وبالتالي تغير نمط المباني الحالية بكافة أنواعها ومختلف وظائفها، وكذا طريقة أدائها لتلك الوظائف المختلفة، وبشكل عام فالمتوقع أن يشمل التغيير مكونات العمارة الرئيسية الثلاث: الوظيفة والشكل والإنشاء (عويضة، ٢٠٠٠م).

(٤- ١) الشق الوظيفي في النمط المعماري الجديد:

من المتوقع أن يحدث تغيير في النمط الوظيفي للمباني، ويتمثل هذا التغيير من خلال محورين (عويضة، ٢٠٠٠):

الأول: تداخل الوظائف في المباني بحيث يمكن أن تجتمع وظائف عديدة ومتنوعة تحت سقف واحد وفي مبنى واحد، وهي ما يمكن أن تتقارب في هيئتها ومفهومها مع المنشآت متعددة الوظائف (المنشآت العملاقة).

الثاني: إلغاء بعض الوظائف؛ وبالتالي إلغاء بعض الفراغات التي كانت تقوم بهذه الوظائف في أنماط المباني التقليدية، بل قد يصل إلى إلغاء مباني بكاملها بسبب إلغاء وظيفتها في المجتمع.

(٤- ١- ١) المنشآت المتعددة الوظائف (المنشآت العملاقة): وهي المنشآت التي تحتوي على أكثر من وظيفة أو نشاط في وقت واحد داخل مبنى عملاق واحد، أو تلك التي يسميها رواد فكر مجموعة (الأركيجرام) (Archigram) بالمنشآت العملاقة، وهي المباني التي تحتوي على كل أو جزء من نشاط مدينة كاملة، ويمكن للمبنى الواحد أن يحتوي على مجاورة سكنية أو حي سكني كامل (حسن أ، ٢٠٠٠م).

ويعتبر من رواد ذلك التوجه من المعماريين المعاصرين، المعماري الياباني (أراتا إيسوزاكي) (Arata Isozaki)، والذي اقترح فكرة تكوين مجتمع متكامل عبارة عن نواة حضرية تحتوي على مجمع المنشآت الخدمية من المستشفى والمعامل والمكاتب ومركز الخدمات الاجتماعية والمركز التجاري وصالة الاجتماعات وغيرها من خدمات (كامل، ٢٠١٢م). وكل هذه الأشياء متواجدة داخل مبنى واحد وتحت سقف واحد، وقد أخذ في الاعتبار نظم الخدمات المختلفة مثل نظام المدرسة ونظام المكتبة ونظام التحكم في التلوث ونظام الخدمات الفنية وغيرها، وبذلك فقد صنف ثلاثة أنظمة لعمل المدينة: (التحكم) و(الخدمات) و(المعلومات)، ويرتبط المركز بالمجاورات السكنية عن طريق شبكة مولدات خاصة بإنتاج الطاقة- (شكل ١٩).




(شكل ١٩): محاولة تحقيق فكر المنشآت متعددة الوظائف (المنشآت العملاقة)
في مشروع (حياة المدينة) بمدينة (ميلانو) الإيطالية عام (٢٠١١– ٢٠١٤م)
للمعماري: (أراتا إيسوزاكي) (Arata Isozaki) وآخرين.
المصدر : http://www.flickriver.com/photos/batrace/358446273/17-12-2012
http://en.wikipedia.org/wiki/CityLife_%28Milan%29/17-12-2012

(٤– ١– ٢) **إلغاء بعض الفراغات التقليدية:** أدت الحياة الجديدة في عصر تقنية المعلومات اللاهث إلى تراجع أواصر العلاقات الاجتماعية بين الناس. ومن هنا، يُتوقع أن تلغى بعض الفراغات الوظيفية التي كان عمادها هو تلك العلاقات الاجتماعية. ومن أمثلة تلك الفراغات (قاعات وفراغات استقبال الضيوف) في المباني السكنية، وقد ألغيت بالفعل حالياً في كثير من المساكن بسبب التقارب الذي أحدثته وسائل الاتصالات المتطورة وبشكل خاص الهاتف وشبكة الانترنت وتطبيقاتها وغيرها (حسن أ، ٢٠٠٠م).

كما يتوقع أن تلغى بعض الفراغات الأخرى من المباني كصالات التعامل مع الجمهور في المباني الإدارية والبنوك وغيرها بسبب الامكانات الهائلة التي ستتيحها شبكات المعلومات من إمكانية الحصول على الخدمات الإدارية ومعرفة حركة الأرصدة في البنوك من دون الحاجة للتحرك من أمام الحاسب الآلي في محل السكن أومحل العمل، وهو الأمر الذي بدأ في كثير من الدول باتباع نظم (الحكومة الإلكترونية) وتطبيقاتها في مجالات تقديم الخدمات للمواطنين. كما ستتحول المتاجر إلى مخازن للسلع، بينما تعرض المعروضات على مواقع خاصة على شبكة الإنترنت، ويستطيع الإنسان أن يختار السلع التي يرغب فيها وبعد تحويل قيمتها إلى حساب المتجر عن طريق الشبكة تصله البضاعة المشتراة، بل في إمكان المشتري تتبع سير البضاعة منذ تعبئتها وحتى وصولها إلى مكانه، وهو ما يمكن ملاحظته وإدراكه خلال وقتنا الحاضر في كثير من تطبيقات مجالات (التجارة الإلكترونية)، كما يتوقع خبراء المستقبليات والرعاية الصحية أن الاتجاهات الحالية تبتعد عن النمط التقليدي للمستشفى، وتتجه نحو مستشفيات الطوارئ والعيادات الخارجية.

ومع تطور إمكانات البريد الإلكتروني الحالية والتي وصلت إلى إرسال الرسائل الرقمية والصور وغير ذلك، يتوقع أن يؤثر ذلك على مباني الوكالات البريدية التقليدية، وقد يؤدي إلى إلغائها أو تقليص مساحتها على أقل حالة متوقعة، وهو ما تم بالفعل في العديد من دول العالم، ومع تعاظم فكرة المؤتمرات المرئية فقد حلت بدلاً من المؤتمرات الحالية، ولربما يقود ذلك إلى التخلي عن العديد من القاعات داخل المباني، والتي تخصص من أجل هذا الغرض، وكذا المباني التي تقام لهذا الاستخدام (قاعات المؤتمرات)، بجانب التوفير في تكاليف السفر والتنقل.

(٤– ٢) الشق التشكيلي في النمط المعماري الجديد:

أصبح من المؤكد تأثيرات الثورة المعلوماتية في القرن الحادي والعشرين على أنماط العمارة المعاصرة وكذا عمارة المستقبل، حيث يرتبط ذلك بمجموعة من الاعتبارات، من أهمها روح التكنولوجيا التي تسود العصر والتي تؤثر ولاشك على هيئة المباني وأشكالها وأساليب تنفيذها، بالإضافة إلى ذلك التغير المتوقع حدوثه في تصميم المباني الداخلي وفي وظائفها وتشكيل فراغاتها المختلفة، والذي سينعكس بالتالي على الهيئة الخارجية، فالشكل الذي سيأخذه المنزل المعلوماتي على سبيل المثال سيختلف عن الشكل المتعارف عليه للمنزل التقليدي. كما يتوقع أن تسود النمطية في البناء وتتداخل عوامل أخرى في عملية التشكيل المعماري، ومن أهمها أساليب التحكم في إدارة المنزل، وكيفية توصيل الأجهزة الإلكترونية الخاصة وشبكات المعلومات، كما أن الشكل المعماري والوظيفي للمتجر الجديد سيكون مختلفاً عنه بالنسبة للمتجر المتعارف عليه، حيث أن الشكل الذي يجذب العملاء إلى داخل المتجر أصبح عملياً غير ذي جدوى؛ فالعملاء ينجذبون لنوع السلع التي بإمكانهم مشاهدتها على المواقع الإلكترونية.

(٤– ٣) الشق الإنشائي في النمط المعماري الجديد:

نظراً للانتشار المتوقع للتشغيل الآلي للمباني من خلال مفهوم (العمارة الرقمية) المتقارب والمتداخل مع مفهوم (العمارة الذكية)، فإن المباني ستتطور من خلال سطح حساس بين الفراغ الداخلي والبيئة الخارجية، وسيصبح الغلاف الخارجي للمبنى عبارة عن غطاء خارجي متطور يغلب عليه طابع الجودة والإبداع المستمد من التقنية المستخدمة في الإنشاء (حسن أ، ٢٠٠٠م).

أما في حالة انتشار (المباني الرقمية) بمفهومها الشامل عن طريق التحكم في جميع الأنشطة الداخلية للمبنى؛ فإن ذلك سيؤثر بالتالي على اختيار مواد البناء والأسلوب الإنشائي المناسبين للمبنى، كما أن العلاقة بين (الإنشاء) و(العمارة) ستتنوع على حسب طبيعة كل مبنى على حدا.

ففي حالة (المنشآت العملاقة) المتعددة الوظائف، والمتوقع انتشارها وبروز دورها خلال العقود القادمة؛ فقد يكون نوع العلاقة ما بين (الإنشاء) و(العمارة) من ذلك النوع المسمى (تقنيات الإنشاء الحقيقي) وكذا في حالة (المباني الرقمية) ذات أنظمة التحكم الإلكتروني، فقد يكون أيضاً نوع العلاقة بين (الإنشاء) و(العمارة) من النوع المسمى (الإنشاء الرمزي).

تتبدل العمارة وتتطور تبعاً للتطور التكنولوجي الذي سيشهده العالم، لتصبح (العمارة) كفن وعلم وصناعة– دائماً وأبداً– مرآة لكل تطور وتقدم تكنولوجي يشهده العالم المعاصر.

(٥) النتائج والتوصيات:

(٥- ١) نتائج الدراسة:

١- قدمت الثورة الرقمية إمكانات هائلة ساعدت في تطوير التكنولوجيا الرقمية وتطويعها لرسم لغات ومفردات جديدة للتشكيل المعماري وهو ما جعل من عملية التصميم المعماري عملية إبداعية من دون عوائق، وفتح أفاقاً جديدة أمام المعماري للانطلاق والإبداع؛ مما أفرز تشكيلات معمارية غير مسبوقة بالاستعانة بأحدث التقنيات البرامجية للحاسب الآلي.

٢- إن ما تشهده الساحة المعمارية عالمياً من تأثيرات الثورة الرقمية والمعلوماتية وتكنولوجيا البرمجيات والحاسب الآلي سواء في مجالات التصميم المعماري أم مجالات تصنيع مواد البناء المتطورة والذكية أم أساليب الإنشاء الحديثة، يمثل مرحلة جديدة تعتبر بمثابة الانطلاقة في تحول العمارة العالمية مع بدايات العقد الثاني من القرن الحادي والعشرين، وهو بدوره ما يشكل المدخل لعمارة المستقبل.

٣- نتيجة لحالة الإنطلاق والإبداع المعماري التي قدمتها التكنولوجيا الرقمية المعاصرة في مجالات رسم لغات ومفردات جديدة للتشكيل المعماري، سمح ذلك بتطوير العديد من التوجهات الفكرية المعمارية السابقة كالتوجه نحو العمارة (العضوية)، ولكن بصيغ وصور وأساليب تقنية مبتكرة. كما ظهرت توجهات أخرى جديدة لم يكن لها أن تنفذ من دون الاستعانة بالتقنيات الرقمية كالتوجه نحو إنتاج العمارة (التفكيكية)، وعمارة (الأشكال الفراغية الهندسية الأساسية) – وعمارة (الأشكال الهجين)، وعمارة (الحداثة الجديدة) وغيرها.

٤- مع ظهور تقنيات (الثورة الرقمية) لم تقف تأثيرات التكنولوجيا الرقمية الحديثة في مجال العمارة على مجرد تحقيق الإبداع التصميمي للشكل المعماري؛ وإنما امتد تأثيرها ليشمل طرق التنفيذ ومواد البناء؛ حيث تفاعلت التكنولوجيا الرقمية لإنتاج مواد حديثة ذكية تم ابتكارها كنتاج لتداخل المواد التقليدية مع الأنظمة الإلكترونية الدقيقة.

٥- نتيجة لكون تلك (المواد الذكية) المنتجة من خلال تقنيات الثورة الرقمية، تعتبر مواداً ذات خصائص تكنولوجية متطورة لها القدرة على التغير والتحول بما يلائم الظروف المحيطة، كما وأن لها القدرة على الإحساس بالطاقة وتخزينها وإطلاقها تبعاً للاحتياج، فقد تم توظيفها بصورة متطورة في الشكل المعماري وذلك لما تتمتع به من إمكانات واسعة في مجال التشكيل الفني الحر، لتظهر بذلك توجهات معمارية جديدة كالتوجه نحو إنتاج العمارة (التخيلية أو الافتراضية) وغيرها من توجهات معمارية معاصرة.

٦- مع تعاظم الاستفادة من إمكانات أنظمة وشبكات المعلومات بصورة أكثر تطوراً في المستقبل القريب، يُتوقع أن يحدث تغيير جذري في أنظمة الحياة والعمل داخل المدينة، وبالتالي تغير نمط المباني والمنشآت الحالية بكافة أنواعها ومختلف وظائفها، وكذا طريقة أدائها لتلك الوظائف المختلفة، مما يتطلب من المعماريين إعادة دراسة العناصر الفراغية المكونة للمباني على تنوعها.

٧- نتيجة التطور التكنولوجي والتقني سيحظى المعماريون في المستقبل القريب بخبرات واسعة نتيجة إمكانية محاكاة المباني رقمياً والمعايشة والتجول داخل فراغاتها المختلفة، وتصحيح الأخطاء التصميمية قبل التنفيذ. وهذا متاح حالياً على نطاق محدود.

٨- إن المعماري جزء من البيئة والمجتمع المحيط به، يتفاعل ويتكامل معه بمعطياته المتجددة والمتفاوتة في ظل منظومات ومنجزات العصر، مما أوجب عليه أن يتفاعل إيجابياً مع ما يقدمه العلم لا أن يتجاهله ويستنكره، بل على العكس لابد أن يقدمه لمجتمعه لكي يلبي احتياجاته ومتطلباته الواقعية بصورة تنموية واعية صادقة.

(٥- ٢) توصيات الدراسة:

١- ضرورة سعي المعماريين إلى الاستفادة القصوى من جميع أوجه التطور التكنولوجي في العمل المعماري في جميع المجالات المتعلقة به، سواء فيما يختص بالتصميم المعماري من إيجاد لغات ومفردات جديدة للتشكيل المعماري تتناسب وروح العصر، أم فيما يختص بتوظيف مواد البناء الحديثة وأساليب الإنشاء والتنفيذ التقنية وغيرها لخدمة العمل المعماري وتطويره حتى لا تتخلف العمارة عن ركب التطور المجتمعي الحادث في عصر الثورة الرقمية.

٢- ضرورة تحول المعماريين من مستخدمين للتطبيقات التكنولوجية الرقمية في مجال العمارة إلى المساهمة بالبحث والتطوير لتطبيقات الحاسب الآلي لخدمة أغراضهم التصميمية.

٣- ضرورة أن يبحث المعماري عن التوجه الفكري الذي يتلاءم ويتوافق وبيئة العمارة المنتجة، وكذا التأثيرات المكانية والمحلية بخصائصها المتنوعة، في ذات الوقت الذي لا يهمل فيه الجانب التكنولوجي الذي يعبر عن روح العصر.

٤- ضرورة تطوير البرامج الدراسية الأكاديمية بمؤسسات التعليم المعماري، سواء فيما يختص بمقررات التصميم المعماري أم غيرها، لتتناسب وتلك المتغيرات التكنولوجية الحديثة التي أنتجتها الثورة الرقمية، من أجل تعريف الطلاب وتدريبهم على التقنيات الرقمية الحديثة وتطبيقاتها المختلفة والمتنوعة في كافة مجالات العمل المعماري.

٥- ضرورة اهتمام المراكز البحثية المعمارية المتخصصة سواء في الجامعات أم الهيئات البحثية ذات الصلة وغيرها، بدعم البحوث العلمية الجادة بهدف توظيف التكنولوجيا الرقمية الحديثة وتطبيقاتها وتطويرها في مجالات العمارة بما يتوافق مع ظروف المجتمع وإمكاناته ومتطلباته.

٦- ضرورة البحث في مستقبل العمارة وماهيتها من خلال النظر في المتغيرات المجتمعية الرهيبة الحادثة والتي أنتجتها الثورة الرقمية وتطبيقاتها المختلفة، والتي غيرت من شكل الوظائف الأساسية لكثير من المباني، وكيفية التوافق المعماري مع متطلبات ذلك.

(٦) المراجع:

(٦- ١) المراجع العربية:

١- بدران، عصام الدين. (٢٠٠٨م). القدرات الإبداعية للتقنيات الحديثة في التشكيل المعماري، مجلة البحوث الهندسية- جامعة حلوان، القاهرة، ص ص. ٩- ١٩.

٢- بغدادي، مصطفى عدلي. حسن، نوبي محمد. (٢٠٠٩م). نظريات العمارة- دراسة التغير في الفكر المعماري الغربي عبر التاريخ، النشر العلمي والمطابع- جامعة الملك سعود، الرياض، ص ص. ١٤١- ١٧٨.

٣- جريشة، هشام. (٢٠١١م). النسبية والتفكيكية، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، ص ٧٤.

٤- حسن، نوبي محمد. (إبريل ٢٠٠٥م). قيم الإبداع في التصميم المعماري. مجلة تقنية البناء- وزارة الشئون البلدية والقروية، العدد السادس، الرياض، ص ص. ١١- ١٢.

٥- حسن، نوبي محمد. (٢٠٠٠م). العمارة المعلوماتية: رؤية لإشكالية الإبداع المعماري في القرن الحادي والعشرين، المؤتمر المعماري الدولي الرابع، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، أسيوط، ص ص. ٥- ١١.

٦- رأفت، علي. (مارس ٢٠٠٥م). تفكيك المضمون عن الشكل والمحيط، دورية البناء العربي- العدد الأول، القاهرة، ص ٣٣.

٧- سامي، عرفان. (١٩٦٨م). نظريات العمارة العضوية، مؤسسة طباعة الألوان المتحدة، القاهرة.

٨- شيرزاد، شيرين إحسان. (١٩٨٧م). لمحات من تاريخ العمارة والحركات المعمارية وروادها، مكتبة اليقظة العربية، بغداد، ص ص. ١٢٤- ١٢٥.

٩- عبد الجواد، توفيق. (٢٠١١م). العمارة الحديثة في القرن العشرين، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، ص ص. ٣٥٢- ٣٥٣.

١٠- عصام الدين، محمد. (٢٠٠٤م). التطور التكنولوجي كمدخل لعمارة القرن الحادي والعشرين، رسالة ماجستير- كلية الهندسة- جامعة القاهرة، القاهرة، ص ص. ٥- ٥٣.

١١- عويضة، محمد محمود. (٢٠٠٠م). عمارة المستقبل، مجلة عالم البناء- العدد ٨٤، القاهرة، ص ٣١.

١٢- عيسى، حنان سليمان. (٢٠٠٨م). دور التقنية الحديثة في صياغة عمارة المستقبل، رسالة ماجستير- كلية الهندسة- جامعة حلوان، القاهرة، ص ٤٤.

١٣- فرغلي، ياسر أحمد. (٢٠٠٤م). الفكر المعماري في نهاية القرن العشرين، رسالة ماجستير- كلية الفنون الجميلة- جامعة الإسكندرية، ص ١٢.

١٤- قبيسي، حسان. (١٩٩٢م). مشاهير الفكر الهندسي المعماري- فرانك لويد رايت، دار قابس للطباعة والنشر، بيروت، ص ٢٠٥.

١٥- كامل، أحمد. (٢٠١٢م). العمارة والتكنولوجيا، رسالة ماجستير- كلية الهندسة- جامعة الأزهر، القاهرة، ص ص. ٤٦- ,٩٨

١٦- يوسف، عبير سامي. (٢٠٠٧م). رؤية جدلية نحو بعد جديد لمستقبل التصميم المعماري وتكنولوجيا البناء، المؤتمر الدولي الثالث للجمعية العربية للتصميم المعماري بمساعدة الحاسب، القاهرة، ص ص. ١- ٥.

(٦- ٢) المراجع الأجنبية:

1- Agnoletto, M. (2006). *Masterpieces of Modern Architecture,* VMB Publishers, Vercelli, pp. 32- 273.

2- Bogner, Dieter. (2004). Peter Cook and Colin Fournier: Friendly Alien, Hatje Cantz Publishers, Germany, pp. 9- 55.

3- Casamonti, Marco. (2009). Jean Nouvel (Minimum, Essential Architecture Library), Motta Publishers, Milano, Italy, pp. 63- 113.

4- Foster, Norman. (2005). *Reflections*, Prestel Publishers, London, pp. 27- 109.

5- Hariri, Gisue and Mojgan. (2006). Hariri and Hariri Houses, Rizzoli Publishers, New York, pp. 17- 128.

6- Hendrix, John Shannon. (2006). *Architecture and Psychoanalysis: Peter Eisenman and Jacques Lacan,* Peter Lang Publishing, New York, pp. 78- 153.

7- Isenberg, Barbara. (2009). *Conversations with Frank Gehry*, Knopf; First Edition, New York, pp. 12- 164.

8- Jaeger, Falk. (2009). *UN Studio*, Jovis, Berlin, pp. 30- 71.

9- Jodidio, Philip. (2012). *Zaha Hadid*, Taschen, Germany, pp. 24- 76.

10- Monninger, Michael. (2010). Coop Himmelblau, Taschen, Germany, pp. 41- 83.

11- Orringer, Julie. (2011). The Invisible Bridge, Vintage, New York, pp. 34- 79.

(٦- ٣) المواقع الإلكترونية على شبكة المعلومات الدولية (الإنترنت):

1- http://en.wikipedia.org/wiki/Charles_Jencks/17-12-2012.

2- http://en.wikipedia.org/wiki/Frank_Gehry#Works/17-12-2012.

3- http://en.wikipedia.org/wiki/City_Hall_(London)/17-12-2012.

4- http://en.wikipedia.org/wiki/Santiago_Calatrava/17-12-2012.

5- http://en.wikipedia.org/wiki/Phaeno_Science_Center/17-12-2012.

6- http://en.wikipedia.org/wiki/The_Sage_Gateshead/17-12-2012.

7- http://en.wikipedia.org/wiki/Peter_Eisenman/17-12-2012.

8- http://fr.wikipedia.org/wiki/Mus%C3%A9e_des_Confluences/17-12-2012.

9- http://en.wikipedia.org/wiki/Jean_Nouvel/17-12-2012.

10- http://www.philharmoniedeparis.com/17-12-2012.

11- http://en.wikipedia.org/wiki/Titanium/17-12-2012.

12- http://en.wikipedia.org/wiki/CATIA/17-12-2012.

13- http://en.wikipedia.org/wiki/Torre_Agbar/17-12-2012.

14- http://www.galinsky.com/buildings/pradatokyo/index.htm/17-12-2012.

15- http://en.wikipedia.org/wiki/Light-emitting_diode/17-12-2012.

16- http://www.e-architect.co.uk/korea/galleria_department_store_seoul.htm/17-12-2012.

17- http://www.museum-joanneum.at/de/kunsthaus/17-12-2012.

18- http://en.wikipedia.org/wiki/Kunsthaus_Graz/17-12-2012.

19-http://www.moma.org/interactives/exhibitions/1999/unprivatehouse/Project_05.html /17-12- 2012.

20- http://www.haririandhariri.com/17-12-2012.

21- http://www.flickriver.com/photos/batrace/358446273/17-12-2012.